

Aus der Konservierenden Abteilung (Leiter: Prof.Dr.Dr.W.Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. F.Jung)

MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
MIT OBERFLÄCHENAKTIVEN STOFFEN
VERSCHIEDENER ART UND
VERSCHIEDENER KONZENTRATIONEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Gabriele Spaniol, geb. Spittler
aus Cottbus

Mainz 1972

Aus der Konservierenden Abteilung (Leiter: Prof.Dr.Dr.W.Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. F.Jung)

MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
MIT OBERFLÄCHENAKTIVEN STOFFEN
VERSCHIEDENER ART UND
VERSCHIEDENER KONZENTRATIONEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Gabriele Spaniol, geb. Spittler
aus Cottbus

Mainz 1972



Fachbereichs-

Dekan:

Referent:

Korreferent:

Prof. Dr.Dr. W. Ketterl

Prof. Dr.Dr. P. Riethe

Prof. Dr.Dr. W. Ketterl

MEINEN ELTERN

I N H A L T

I.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
	1. Mikrobiologie der Mundhöhle	1
	2. Grenzflächenaktive Stoffe	5
II.	MATERIAL UND METHODE	10
	1. Detergentien	10
	2. Untersuchungsmethode	11
III.	ERGEBNISDARSTELLUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG	15
	1. Auszählung der Bakterien	15
	2. Vergleich der bakteriziden Wirkung bei den einzelnen Konzentrationen innerhalb der einzelnen Mittel	28
	3. Vergleich der bakteriziden Wirkung der einzelnen Mittel untereinander innerhalb der einzelnen Konzentrationen	31
IV.	DISKUSSION UND ERGEBNISSE	34
V.	ZUSAMMENFASSUNG	37
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	38
VII.	LEBENS LAUF	41

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

1. Mikrobiologie der Mundhöhle

In der Mundhöhle gibt es in Anlehnung an BERGER und HUMMEL (1964) "kaum eine Keimart, die - soweit sie überhaupt beim Menschen vorkommt - nicht gelegentlich einmal in der Mundhöhle angetroffen werden könnte. Sie ist ohne Zweifel diejenige Körperhöhle, die die bunteste Mischflora von Bakterien, Viren, Protozoen und Pilzen beherbergt."

Als Besiedlungsgebiet für die Mundbakterien kommen die Schleimhaut, Zähne, Zahnstein oder Nahrungsreste als feste Phase in Frage. Außerdem der Speichel, der die flüssige Phase darstellt. Nach BERGER und HUMMEL besiedelt die Mundflora die Grenzschicht zwischen beiden Medien, "sie vegetiert auf der festen Oberfläche, steht aber mit dem Speichel in innigem Kontakt." Somit ist es auch erklärlich, daß der Speichel mit seinen Bakterien ein ziemlich genaues Abbild der Bakterienflora der Mundhöhle wiedergibt.

Die Mundflora läßt sich einteilen in eine

Standortflora - resident flora, worunter man die Keime versteht, die in einer gesunden Mundhöhle regelmäßig und dauernd vorkommen, und in eine Durchgangsflora oder auch transient flora. Darunter versteht man die zufällig und nur vorübergehend in der Mundhöhle verbleibenden Keime.

Die aerobe Standortflora ist dem anaeroben Anteil zahlenmäßig unterlegen. Das Verhältnis der Aerobier zu den Anaerobiern beträgt 1:3. Den Hauptanteil der Aerobier in der Mundhöhle bilden die Streptokokken mit 50 - 60 %, wobei der Streptokokkus salivarius aus der Viridansgruppe vorherrschend ist.

Es folgen dann Neisserien mit 5 %, grampositive Haufenkokken - Mikrokokkus und Staphylokokkus - mit 1 - 5 %. Seltener, dennoch typisch für die Mundflora, ist das Vorkommen von Diplococcus micosus, Diplococcus crassus, apathogener Haemophilus-Arten und Milchsäurebakterien.

Die Keimzahl ist bei verschiedenen Individuen unterschiedlich. Sie ist aber auch bei gleichen Individuen tageszeitlichen Schwankungen unterworfen und ist morgens, vor dem Frühstück, am höchsten.

Die anaerobe Standortflora ist vor allem in Zahnfleischtaschen und Tonsillarkrypten zu finden. Es sind dies: Spirochäten, Fusobakterien, Leptotrichia, Bakteroides melaninogenicus, Spirillum sputibenum, anaerobe Vibrionen, Aktinomyzeten und Veillonellen. Außerdem noch Protozoen und Pilze.

Zur Durchgangsflora sind praktisch alle beim Menschen vorkommenden Keime zu zählen, sofern sie nicht obligat pathogen sind. Man versteht darunter: Arten der normalen Darm- und Genitalflora, freilebende Arten der Außenwelt und pathogene Arten, die die Mundhöhle vorübergehend besiedeln, ohne pathologische Veränderungen hervorzurufen.

Ob der Mundflora eine physiologische Bedeutung zukommt, wie sie die Flora des Darmes hat, ist nicht sicher zu sagen. Dagegen ist eine bakterielle Zersetzung der Speisereste, die in der Mundhöhle verblieben sind, unerwünscht, da damit ein Nährboden für Milchsäurebakterien und Anaerobier geschaffen wird. (U. BERGER (1964))

Nach MILLER (1892) ist die Karies ein chemisch-parasitärer Vorgang. Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Mikroorganismen kausalgenetisch

verantwortlich gemacht. BAHN und Mitarbeiter (1962) fanden, daß kariöse Defekte vornehmlich von Laktobazillen besiedelt sind, während in der Umgebung zerstörter Zähne und chronischer entzündeter Areale hauptsächlich Pilze nachgewiesen werden konnten. In jüngster Zeit stellten BACH (1951) KLINGE (1951), KESEL und Mitarbeiter (1958) und HAFER (1960) eine eindeutige Korrelation zwischen Laktobazillen und Kariesfrequenz fest.

Die Milchsäurebakterien machen jedoch in ihrer Gesamtheit nur einen sehr geringen Anteil der Mundflora aus und benötigen auch relativ viel Zeit für die Säurebildung. Nach BERGER und HUMMEL (1964) bewirken alle säurebildenden Mikroorganismen, also Laktobazillen, Streptokokken, Mikrokokken, Fadenbakterien und Hefen die Entkalkung von Schmelz und Dentin.

WANNEMACHER (1964) und auch NAUJOKS (1964) erklärten, daß die Karies an folgende Kausalfaktoren gebunden ist:

1. Anwesenheit von Kohlenhydraten in der Mundhöhle
2. Anwesenheit von Bakterien in der Mundhöhle
3. Kontakt von Kohlenhydraten und Bakterien mit der Zahnoberfläche.

Wie neueste Versuche von LEHNERT (1968) ergeben haben, erlauben die Keimzahlen des Speichels keine Rückschlüsse auf den Grad der Kariesaktivität.

2. Grenzflächenaktive Stoffe

"Eine regelmäßige mechanische Zahnreinigung und Zahnfleischmassage wirkt sich fördernd auf die Karies- und Parodontalprophylaxe aus." (P. RIETHE (1966)

Den Effekt der mechanischen Zahnreinigung suchte man durch Zahnputzmittel zu erhöhen. So benutzte man seit 1873 Seifen, die dann später durch Netzmittel abgelöst wurden.

Netzmittel sind chemische Substanzen mit Seifencharakter. Sie haben die gleiche schäumende und emulgierende Eigenschaft wie die Seife, was das Reinigungsvermögen stark erhöht.

Nach L. LAUX (1960), haben Seifen und Syndet die Fähigkeit die "Oberflächenspannung des Wassers herabzusetzen und sich an dessen Grenzflächen anzureichern. Als Grenzfläche wird die Trennfläche zwischen zwei aneinander grenzenden, festen, flüssigen oder gasförmigen Phasen bezeichnet."

Die Schaumwirkung wird durch eine Herabsetzung der Oberflächenspannung des Lösungsmittels erreicht. Und zwar dadurch, daß sich die grenz-

flächenaktiven Stoffe in einem Lösungsmittel solcherart verteilen, daß ihre Konzentration an den Grenzflächen größer als im Innern ist. Im Gegensatz zu den Seifen bleiben jedoch die Kalkverbindungen in Lösung, indem die COOH - Gruppe der Fettsäure durch eine SO_3H - Gruppe substituiert wurde.

Die Netzmittel, deren Bezeichnung als Tenside immer gebräuchlicher wird, unterscheiden sich in:

1. Anionaktive Tenside, z.B. Fettalkoholsulfat
2. Kationaktive Tenside, z.B. quaternäre Ammoniumsalze
3. Amphotere Tenside, z.B. Betaine und Sulfo-
betaine
4. Nichtionogene Tenside, z.B. Saponine

Die Einteilung erfolgt nach der Art der hydrophilen Gruppe, bzw. nach dem davon abhängigen Verhalten der Tenside in wässrigen Lösungen.

Die oberflächenaktiven Stoffe der Mundpflegemittel sind meist anionaktive Tenside und zwar Fettalkoholsulfate und Fettsäurekondensationsprodukte. An den elektrisch positiv geladenen

Salzen haften die negativ geladenen Keime. Somit wirken die oberflächenaktiven Substanzen als "ausgezeichnete Desinfektionsmittel, die aber gleichzeitig die Leukozyten schädigen." (F. J. BOSSARD (1949)

Weshalb F.J. BOSSARD die Anwendung von Netzmitteln als "unbiologisch" ansieht.

Ablehnend gegenüber grenzflächenaktiven Stoffen äußerte sich auch K.M.HARTLMAIER, (1958, 1964) "Netzmittel quellen das Zahnfleisch auf und machen es schwammig bei forgesetztem Gebrauch." Außerdem ist er der Meinung, daß die Speichelbeschaffenheit durch eine Änderung der Oberflächenspannung des Speichels Schaden nimmt. Denn "der Speichel hat eine eigene Oberflächenspannung, die ihn vor dem Eindringen von Fremdkörpern schützt." Dieser Schutz wird durch eine Änderung der Oberflächenspannung geschwächt.

G. MATTIG und R. JÄGER (1943) bemerkten, daß "Mikroorganismen, die auf der normalen und geschlossenen Schleimhaut keinen Nährboden finden, gelangen in einer durch Netzmittel aufgerauhten Schleimhaut an ganz andere histologische Orte."

H. ROIGK, (1961) meinte, daß "Schäden, die an Bakterien festgestellt wurden, sind in gewissem Grade auch an menschlichen Zellverbänden festzustellen."

W. WILLI, (1949), hat sich für die Netzmittel ausgesprochen und sieht in ihnen eine Unterstützung des Reinigungseffektes durch die Zahnbürste.

Auch T. LAMMERS, (1961), spricht für die Tenside, denn "Ursachen für Entzündungen liegen bei der Schleimhaut selbst", und "Reizwirkung, hämolyzierende Eigenschaften und bakteriostatische Wirkung sind konzentrationsabhängig."

Ähnlich äußerte sich P. RIETHE, (1961),: "Die biologische Unbedenklichkeit und klinische Brauchbarkeit grenzflächenaktiver Stoffe hängt von der Substanz selbst, der Konzentration und der Dauer ihrer Einwirkung ab."

Aus diesen Ergebnissen ergibt sich die Problemstellung der vorliegenden Arbeit.

1. Bei welcher Konzentration der oberflächenak-

tiven Mitteln ist bereits eine bakterizide
Wirksamkeit festzustellen?

2. Welche Unterschiede sind hinsichtlich der
drei verschiedenen Mittel festzustellen?
3. Nach welcher Einwirkungszeit der Detergentien
auf die Mundflora ist bereits eine bakterizide
Wirkung nachweisbar?

II. MATERIAL UND METHODE

1. Detergentien

Untersucht wurde der Einfluß von oberflächen-aktiven Stoffen auf die Bakterienflora des Mundes, insbesondere auf Speichelproben.

Als Detergentien dienten:

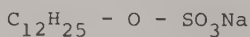
Dodekylsäureaethylesternatriumsulfonat

(Hostapon KA) :

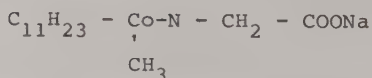
Es handelt sich dabei um Na-Salze der Kondensationsprodukte aus gesättigten Fettsäuren mittlerer Kettenlänge (C_{12}) mit Oxäthansulfonsäure:



Na-Laurysulfat (Texapon K 12) :



Na-Lauroylsarkosinat (Sarkosyl NL 97) :



Wir verwendeten jedes Mittel in drei verschiedenen Konzentrationen: 0,5%, 0,005% und 0,00005%.

2. Untersuchungsmethode

Speichel ist das Sekretionsprodukt der Parotis, Submandibularis, Sublingualis sowie zahlreicher kleiner Drüsen der Mundschleimhaut. Die Speichelsekretion wird unter Ausschluß der Willensbeeinflussung reflektorisch durch direkte Berührung der Schleimhäute mit der Nahrung ausgelöst, wobei Geschmacks- und Geruchsempfindungen, aber auch schon Erinnerungen und Vorstellungen eine wesentliche Rolle spielen (REIN-SCHNEIDER, (1964)).

Man kann den Speichel als komplexe Flüssigkeit bezeichnen, in der ionisierte Salze, gelöste Eiweißstoffe, Spurenelemente, Fermente, Vitamine, Lipoide und andere organische Verbindungen und Zellen enthalten sind. Über 99% des Speichels sind Wasser, der Rest ist Trockensubstanz, wovon der größte Teil organische und der kleinere Teil anorganische Bestandteile sind. (BERGER, (1955)) Die Zahl der Keime/ccm im normalen Speichel beträgt 20 - 400 Millionen.

Der Stoffwechsel des Speichels ist an die Gegenwart lebender Zellen (Bakterien, Leukozyten, Lymphozyten etc.) gebunden.

Die Enzymatische Leistung des Speichels ist hauptsächlich eine Funktion der Zellen, da nur wenige Enzyme zellfrei von den Speicheldrüsen sezerniert werden. Urease, Sulfatase, Cholinesterase, Katalase, Peroxydase, Hyaluronidase,

Lipozym und Proteinase sind bakterieller Herkunft.
(U.BERGER, (1964)).

Somit ist die Leistung des Speichels von seiner
quantitativen und qualitativen Zusammensetzung
direkt abhängig. (S. LEHNERT, (1968)).

Da im normalen Speichel 20 - 400 Millionen Keime/ccm
sind, ist eine Auszählung auf den Nährböden nicht
möglich. Deshalb arbeiteten wir mit einer Speichel-
verdünnung von 1:10.000.

Dazu mischten wir 0,1 ml Sputum mit 99,9 ml
physiologischer Kochsalzlösung. Um den Speichel
gleichmäßig in der Flüssigkeit zu verteilen,
bedienten wir uns des Ultraturax - Gerätes.
Von diesem Speichel - physiologische Kochsalz-
lösung Gemische wurden 5 ml entnommen und mit
dem oberflächenaktiven Stoff, der in 45 ml
physiologischer Kochsalzlösung gelöst war, ver-
mischt. Somit kamen wir am Ende auf eine Speichel-
verdünnung von 1:10.000.

Während der ganzen Versuchsdauer wurde eine gleichmäßige Vermengung von Speichel, Detergentium und physiologischer Kochsalzlösung mit Hilfe des Magnetrührers aufrechterhalten.

Wir kontrollierten die Einwirkung der Detergentien auf den Speichel nach 0,5, 1, 2, 10, 20 und 30 Minuten. Dazu entnahmen wir - jeweils nach der entsprechenden Zeitspanne - mit einer Pipette 0,2 ml aus der Lösung. Davon strichen wir 0,1 ml auf einer Blutplatte aus, und die gleiche Menge gaben wir einem verflüssigten Nährboden (Tryptone) bei 45 - 50°C zu, mischten beides gut und gossen es zu einer Platte, die bei Raumtemperatur erstarrte.

Die Verwendung eines verflüssigten Nährbodes, in den die Bakterien eingeschlossen sind, diente als Kontrolle für die Blutplatte. Denn bei einer oberflächlichen Beimpfung, wie sie bei einer Blutagarplatte durchgeführt wird, können unter Umständen Keime der Außenwelt mit erscheinen. Bei großen Unterschieden der Bakterienzahl auf Blutagar- und Tryptoneplatte wiederholten wir dann den Versuch.

Es erfolgte dann eine zweitägige Bebrütung der Blut- und auch der Tryptoneplatten bei 37°C. Danach wurden unter dem Mikroskop die ausgewachsenen Bakterienkolonien von zwei Personen - unabhängig voneinander - ausgezählt:

Für jede Substanz und für jede Konzentration haben wir die Versuchsreihe dreimal wiederholt. Außerdem wurde für jeden Versuch eine Kontrolle angefertigt: Eine Blut- und eine Tryptoneplatte mit dem Ausstrich der Bakterien in einer Verdünnung 1:10.000, vor dem Einwirken des oberflächenaktiven Stoffes.

III. ERGEBNISDARSTELLUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG

1. Auszählung der Bakterienkolonien

Die Befunde der ausgezählten Bakterien vor und nach Einwirken des Mittels sind in den Tabellen 1 bis 9 dargestellt.

Tabèlle 1 gibt die Zahlen der Bakterienkolonien vor dem Einwirken von 0,5%igen Hostapon KA (Kontrolle) wieder.

Die Tabelle 2 und 3 zeigen die entsprechenden Werte für Hostapon KA bei einer Konzentration von 0,005% und 0,00005%. Die Befunde für Texapon K 12 und Sarkosyl N 97 sind in gleicher Art und Weise in den Tabellen 4 bis 6 und 7 bis 9 dargestellt.

Bei Betrachtung der Werte ist zu berücksichtigen, daß wir mit einer Speichelverdünnung von 1:10.000 gearbeitet haben, und daß die Bakterienzahl der in 0,1 ml Speichel entspricht.

Tabelle 1: HOSTAPON KA (0,5%)

	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
Zeit	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	1124	1032	1874	1055	1406	1253
0,5 min	16	12	22	25	13	19
1 min	14	13	17	23	16	16
2 min	8	14	21	11	12	9
10 min	13	14	11	10	4	8
20 min	5	16	16	10	3	8
30 min	10	5	18	11	2	6

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

Tabelle 2: HOSTAPON KA (0.005%)

	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
Zeit	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	376	396	388	425	233	356
0,5 min	10	43	21	25	17	19
1 min	9	30	14	14	20	13
2 min	9	21	9	11	3	9
10 min	11	10	9	3	3	3
20 min	1	9	3	7	1	3
30 min	3	6	6	3	1	2

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

(T = Tryptoneplatten, B = Blutplatten)

Tabelle 3: HOSTAPON KA (0,00005%)

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	212	230	189	181	255	265
0,5 min	92	130	65	118	151	152
1 min	159	164	138	93	135	181
2 min	138	146	121	162	234	166
10 min	79	116	73	72	164	222
20 min	64	112	76	85	96	119
30 min	71	132	84	86	127	157

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

Tabelle 4: TEXAPON K 12 (0,5%)

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	870	1050	1186	1046	1236	1915
0,5 min	5	38	19	23	11	3
1 min	2	15	13	36	12	3
2 min	5	16	9	12	13	2
10 min	6	12	9	8	6	3
20 min	7	1	10	3	3	2
30 min	4	1	6	4	2	2

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

(T = Tryptoneplatte, B = Blutplatte)

Tabelle 5: TEXAPON K 12 (0,005%)

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	1042	498	1248	1012	1195	885
0,5 min	19	13	35	16	5	17
1 min	13	7	7	32	4	14
2 min	4	7	10	20	4	4
10 min	6	3	4	14	2	5
20 min	17	10	10	19	6	7
30 min	7	2	11	2	4	3

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

Tabelle 6: TEXAPON K 12 (0,00005%)

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	110	195	135	152	188	183
0,5 min	121	194	216	112	124	125
1 min	173	166	162	167	122	121
2 min	151	120	164	116	142	194
10 min	128	129	155	91	109	124
20 min	113	137	85	66	121	116
30 min	93	127	53	101	69	149

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

(T = Tryptoneplatte, B = Blutplatte)

Tabelle 7: SARKOSYL NL 97

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	800	777	1809	1123	1376	1499
0,5 min	8	18	4	18	3	2
1 min	13	12	10	13	4	1
2 min	11	4	11	14	1	6
10 min	3	1	15	6	4	1
20 min	3	8	9	10	1	1
30 min	2	2	2	3	2	1

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

Tabelle 8: SARKOSYL NL 97

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	88	147	1043	1061	817	1133
0,5 min	72	103	672	521	257	307
1 min	49	87	540	486	261	212
2 min	34	68	356	327	91	144
10 min	7	36	240	251	46	81
20 min	5	12	112	161	25	29
30 min	3	7	72	97	6	36

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

(T = Tryptoneplatten, B = Blutplatten)

Tabelle 9: SARKOSYL NL 97

Zeit	1.Versuch		2.Versuch		3.Versuch	
	T	B	T	B	T	B
(Kon- trolle)	257	303	147	288	203	313
0,5 min	211	225	112	197	137	190
1 min	135	247	185	139	166	162
2 min	163	194	208	232	194	163
10 min	186	181	146	167	207	209
20 min	156	218	121	132	210	126
30 min	152	176	118	94	119	123

Ausgezählte Bakterien für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000

(T = Tryptoneplatte, B = Blutplatte)

Ein erster Überblick über die ausgezählten Bakterien zeigt, daß die Wirkung der drei Mittel Hostapon KA, Texapon K 12 und Sarkosyl NL 97 konzentrationsabhängig ist. Die stärkste Abnahme der Bakterienzahl bei der kürzesten Einwirkungszeit ist bei einer 0,5%igen Konzentration. Denn bereits nach einer Einwirkungsdauer von 0,5 min erfolgt eine Abnahme der Bakterien um zwei Zehnerpotenzen. Bei einer Verwendung der Mittel in 0,005%iger Konzentration ist nach ca. 2 min eine Verminderung der Keime um zwei Zehnerpotenzen erreicht. (Siehe Abb. 1a, b auf Seite 21)

Dagegen liegt die Verminderung der Bakterien bei



Abb. 1a: Mundflora bei einer Verdünnung 1:10.000
auf Tryptone-Agar (=Kontrolle)

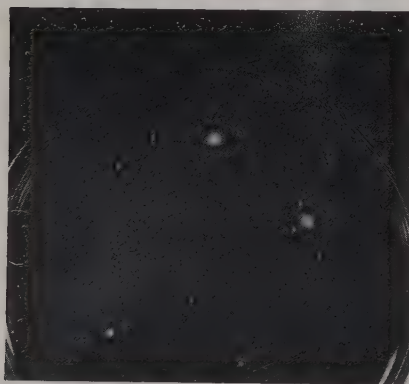


Abb. 1b: Mundflora bei einer Verdünnung 1:10.000
auf Tryptone-Agar nach Einwirken von
0,05%igen Hostapon KA bei einer Dauer von
2,0 min.

0,00005%igen Mitteln - auch noch nach 30 min Einwirkungsdauer - unter einer Zehnerpotenz.

Ein Unterschied in der bakteriziden Wirkung der Mittel Hostapon KA, Texapon K 12 und Sarkosyl NL 97 untereinander ist bei einer ersten Übersicht nicht zu erkennen.

Da bei den Ausgangswerten die Anzahl der Bakterien im Speichel nicht bei allen Versuchen gleich war (individuelle und tageszeitliche Schwankungen), U.BERGER und K.HUMMEL, (1964), sind wir so vorgegangen, daß wir den Ausgangswert (Kontrolle) durch die nach Einwirkung der Detergentien ermittelten Werte dividiert haben.

Der erhaltene Quotient sollte ein Maß für die Größenordnung der Abnahme der Bakterienzahl unter dem Einfluß der Mittel sein.

In den folgenden Tabellen 10 bis 18 sind die Quotienten wiedergegeben, die wir durch Division der in Tab. 1 bis 9 angegebenen Kontrollwerte durch die Werte nach Einwirkung der Mittel erhalten haben.

Bei einer Überprüfung der Zählwerte hat sich herausgestellt, daß zwischen der Bakterienzahl auf den Blutplatten (Oberflächenbeimpfung) und der auf

auf den Tryptoneplatten (Eingußplatte) kein sonderlicher Unterschied war, wurden zur statistischen Auswertung nur die Werte der Tryptonenährböden herangezogen.

Tabelle 10: HOSTAPON KA (0,5%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	70	85	108
1 min	80	110	88
2 min	141	89	117
10 min	86	170	352
20 min	225	117	469
30 min	112	104	703

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Hostapon KA 0,5%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000 auf Tryptonenährböden (T).

Tabelle 11: HOSTAPON KA (0,005%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	38	18	14
1 min	42	28	12
2 min	42	43	78
10 min	34	43	78
20 min	376	129	233
30 min	125	65	233

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Hostapon 0,005%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000 auf Tryptonenährböden (T).

Tabelle 12: HOSTAPON KA (0,00005%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	2	3	2
1 min	1	1	2
2 min	1	2	1
10 min	3	3	2
20 min	3	3	3
30 min	3	2	2

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Hostapon 0,00005%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000 auf Tryptonenährböden (T).

Tabelle 13: TEXAPON K 12 (0,5%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	174	62	112
1 min	435	91	103
2 min	174	132	95
10 min	145	132	206
20 min	124	119	412
30 min	218	182	618

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Texapon K 12 0,5%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000 auf Tryptonenährboden (T).

Tabelle 14: TEXAPON K 12 (0,005%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	55	36	239
1 min	80	178	299
2 min	260	125	299
10 min	174	312	598
20 min	61	125	199
30 min	149	124	299

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Texapon K 12 0,005%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000 auf Tryptonenährboden (T).

Tabelle 15: TEXAPON K 12 (0,00005%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	1	1	1
1 min	1	1	2
2 min	1	1	1
10 min	1	2	2
20 min	1	2	2
30 min	1	3	3

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Texapon K 12 0,00005%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung 1:10.000 auf Tryptonenährboden (T).

Tabelle 16: SARKOSYL NL 97 (0,5%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	100	452	459
1 min	62	180	344
2 min	73	164	1376
10 min	267	121	344
20 min	267	201	1376
30 min	400	910	688

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Sarkosyl NL 97 0,5%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung von 1:10.000 auf Tryptonenährboden (T).

Tabelle 17: SARKOSYL NL 97 (0,005%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	1	2	3
1 min	2	2	3
2 min	3	3	9
10 min	12	4	18
20 min	17	9	35
30 min	29	145	136

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Sarkosyl NL 97 0,005%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung von 1:10.000 auf Tryptonenährboden (T).

Tabelle 18: SARKOSYL NL 97 (0,00005%)

	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch
Zeit	T	T	T
0,5 min	1	1	1
1 min	2	1	1
2 min	1	1	1
10 min	1	1	1
20 min	2	1	1
30 min	2	1	2

Errechnete Quotienten (Kontrolle/Bakterienzahl nach Einwirken von Sarkosyl NL 97 0,00005%) für 0,1 ml Speichel bei einer Verdünnung von 1:10.000 auf Tryptonenährboden (T).

2. Vergleich der bakteriziden Wirkung bei
den einzelnen Konzentrationen innerhalb der
einzelnen Mittel.

Zum Vergleich wurden die Wiederholungswerte der
Vergleichszahlen innerhalb eines Meßpunktes addiert.
Diese Summen sind in Tabellen 19 - 21 für Texapon K 12,
Hostapon KA und Sarkosyl NL 97 mit den Konzentra-
tionen 0,5%, 0,005% und 0,00005% gegenübergestellt.

Ein Überblick über die Ergebnisse zeigt, daß sich
zwischen den Konzentrationen starke Unterschiede in
der Größenordnung zeigen. Über die Verteilung der
gewonnenen Zahlen kann man keine exakte Aussage machen.
Zur Prüfung der Hypothese, daß Unterschiede zwischen den
einzelnen Spalten (Konzentrationen) bestehen, wurde
deshalb ein nicht parametrischer Test, der keine Vor-
aussetzung über Art der Verteilung der Werte macht,
angewendet.

Die Werte zu den einzelnen Zeilen (Zeitpunkte) sind
im statistischen Sinne als Blöcke aufzufassen. Es
handelt sich also um den Vergleich mehrerer verbun-
dener Stichproben; dazu wird der Friedmann-Test an-
gewendet.

Die Werte innerhalb einer Zeile werden rangiert und
schließlich die Spaltensumme der Rangzahlen (R_1 .)
gebildet.

Tabelle 19:

Zeit	e	R _{i1}	e	R _{i2}	e	R _{i3}
0,5 min	348	3	330	2	3	1
1 min	629	3	557	2	4	1
2 min	401	2	684	3	3	1
10 min	483	2	1084	3	4	1
20 min	655	3	385	2	5	1
30 min	1018	3	572	2	7	1
R _{·j}		16		14		6

Gegenüberstellung der einzelnen Konzentrationen für Texapon K 12

Es wird nun eine Prüfgröße V berechnet.

$$V = \frac{12}{r_k (k+1)} \sum R_{·j}^2 - 3r(k+1)$$

Als Beispiel sei die Berechnung der Prüfgröße für Texapon K 12 gegeben:

r = 6 (Anzahl der Meßpunkte = Zeilen)

k = 3 (Anzahl der Konzentrationen = Spalten)

R_{·j} = Rangsumme der Spalten

$$V = \frac{12}{18 (3+1)} 488 - 18 (3+1) = 9,33$$

Die berechnete Prüfgröße wird mit einem Tafelwert bei vorgeschriebener Irrtumswahrscheinlichkeit von

P 1% verglichen: V_{Tab} = 9,00

Da der Tafelwert überschritten wird, können wir den

Unterschied als statistisch signifikant bezeichnen.

Tabelle 20:

		0,5%		0,005%		0,00005%	
Zeit	e	R _{i1}	e	R _{i2}	e	R _{i3}	
0,5 min	263	3	70	2	7	1	
1 min	278	3	82	2	4	1	
2 min	347	3	163	2	4	1	
10 min	608	3	155	2	8	1	
20 min	811	3	738	2	9	1	
30 min	919	3	423	2	7	1	
R _j		18		12		6	

Hostapon KA (Gegenüberstellung der einzelnen Konzentrationen)
 $V = 12$
 $P \leq 1\%$

Tabelle 21:

		0,5%		0,005%		0,00005%	
Zeit	e	R _{i1}	e	R _{i2}	e	R _{i3}	
0,5 min	1011	3	6	2	3	1	
1 min	586	3	7	2	4	1	
2 min	1613	3	15	2	3	1	
10 min	732	3	34	2	3	1	
20 min	1844	3	61	2	4	1	
30 min	1998	3	310	2	5	1	
R _j		18		12		6	

Sarkosyl NL 97 (Gegenüberstellung der einzelnen Konzentrationen)
 $V = 12$
 $P \leq 1\%$

Für Hostapon KA und auch für Sarkosyl NL 97 ergibt sich ein Tafelwert von $V=12$. Das bedeutet, daß auch zwischen den drei Konzentrationen dieser beiden Mittel statistisch gesicherte Unterschiede vorhanden sind.

3. Vergleich der bakteriziden Wirkung der einzelnen Mittel untereinander innerhalb der einzelnen Konzentrationen

Der Vergleich des Bakterienausdünnungseffektes der einzelnen Mittel wurde ebenfalls mit Hilfe des Friedmann-Testes durchgeführt.

Eine Gegenüberstellung der einzelnen Mittel bei den drei verschiedenen Konzentrationen ist in den Tabellen 22 bis 24 in Form des Test-Rechenschemas dargestellt.

		Texapon K12		Sarkosyl NL 97		Hostapon KA	
Zeit	e	R_i	e	R_i	e	R_i	
0,5 min	348	2	1011	3	263	1	
1 min	629	3	586	2	278	1	
2 min	401	2	1613	3	347	1	
10 min	483	1	732	3	608	2	
20 min	655	1	1844	3	811	2	
30 min	1018	2	1998	3	919	1	
$R_{.j}$		11		17		8	

Tab. 22: Friedmann-Test bei Gegenüberstellung der Detergentien (Konzentration: 0,5%)
 $V = 7$
 $R = 5\%$

Texapon K12			Sarkosyl NL 97		Hostapon KA	
Zeit	e	R_{i1}	e	R_{i2}	e	R_{i3}
0,5 min	330	3	6	1	70	2
1 min	557	3	7	1	82	2
2 min	684	3	15	1	163	2
10 min	1084	3	34	1	155	2
20 min	385	2	61	1	738	3
30 min	572	3	310	1	423	2
$R_{.j}$		17		6		13

Tab. 23: Friedman-Test bei Gegenüberstellung der Detergentien (Konzentration: 0,005%)
 $V = 10,00$
 $P \approx 1\%$

Texapon K 12			Sarkosyl NL 97		Hostapon KA	
Zeit	e	R_{i1}	e	R_{i2}	e	R_{i3}
0,5 min	3	1,5	3	1,5	7	3
1 min	4	2	4	2	4	2
2 min	3	1,5	3	1,5	4	3
10 min	4	2	3	1	8	3
20 min	5	2	4	1	9	3
30 min	7	2,5	5	1	7	2,5
$R_{.j}$		11,5		8		16,5

Tab. 24: Friedman-Test bei Gegenüberstellung der Detergentien (Konzentration: 0,00005%)
 $V = 6$
 $P =$ nicht signifikant, das Ergebnis reicht an 5%-Grenze heran.

Es ergibt sich bei der Konzentration von 0,5% ein statistisch auffälliger Unterschied. Bei dieser Konzentration wirkt das Sarkosyl NL 97 bakterizider als das darauffolgende Texapon K 12 und Hostapon KA.

Bei der 0,005%igen Konzentration ergab sich eine statistische Signifikanz dafür, daß Texapon K 12 gegenüber dem Hostapon KA und dem darauffolgenden Sarkosyl NL 97 stärker wirkt.

Nicht signifikant war die Wirkung der grenzflächenaktiven Stoffe gegeneinander bei einer Konzentration von 0,00005%.

Auf die Bedeutung der Ergebnisse für die Praxis wird in dem Kapitel "Diskussion" näher eingegangen werden.

IV. DISKUSSION UND ERGEBNISSE

Eine regelmäßige mechanische Zahnpflege wirkt sich auf die Kariesprophylaxe aus. Dabei wird die Reinigung durch Zusätze von oberflächenaktiven Stoffen in den Zahnputzmitteln unterstützt. Diese Unterstützung des Reinigungseffektes beruht auf der schäumenden und emulgierenden Eigenschaft dieser Mittel.

Bei unseren Versuchen konnten wir eine weitere Eigenschaft feststellen: die bakterizide Wirkung der Detergentien.

Bereits nach einer Einwirkungszeit von einer halben Minute war ein Abfall der Bakterienzahl erfolgt, und zwar um zwei Zehnerpotenzen, bei Verwendung der Mittel bei einer Konzentration von 0,5%.

Die Wirkung der Detergentien ist konzentrationsabhängig. Eine statistische Auswertung ergab, daß die einzelnen Mittel bei verschiedenen geprüften Konzentrationen hinsichtlich der Reduktion der Keimzahlen statistisch signifikante Unterschiede zeigten.

Die verwendete Menge der Detergentien in Zahnpasten liegt nach Salzmann bei "1 und 3%" und nach Wannemacher auf Grund zytologischer Untersuchungen bei "1,2 bis 1,5%".

Es liegt die Vermutung nahe, daß bei Verwendung der

oberflächenaktiven Stoffe in Konzentrationen von 0,5% und 0,005% die Gefahr von Epithelschäden ausgeschlossen werden kann.

Als Vergleich seien hierzu Untersuchungen genannt, die P. RIETHE (1966/67) an 90 Probanden mit 95, 80, 50 und 35% igen Detergentien durchgeführt hat. Hierbei konnten entzündliche Veränderungen der marginalen Gingiva konstatiert werden.

Später durchgeführte Untersuchungen mit 3%igen oberflächenaktiven Stoffen in calciumphosphathaltigen Zahnpasten ergaben keine unphysiologischen oder chronischen Reize der PMA-Einheiten.

Auffallend war bei unseren Versuchen, daß die Unterschiede mit der Änderung der Konzentrationen wechselten. War bei einer Konzentration von 0,5% Na-Lauroylsarkosinat (Sarkosyl NL 97) in seiner bakteriziden Wirkung noch am stärksten vor Na-Laurylsulfat (Texapon K 12) und Dodekylaethyl-esternatriumsulfonat (Hostapon KA), so ergab sich bei einer Konzentration von 0,005% ein ganz anderes Bild: bei dieser Verdünnung stand Na-Laurylsulfat (Texapon K 12) an erster Stelle, dem Dodekylaethyl-esternatriumsulfonat (Hostapon KA) und dann Na-Lauroylsarkosinat (Sarkosyl NL 97) folgten. Bei 0,00005% war kein statistisch gesicherter Unterschied vorhanden.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die Wirkung der oberflächenaktiven Stoffe Dodekyl-aethylesternatriumsulfonat (Hostapon KA), Na-Laurylsulfat (Texapon K 12) und Na-Lauroylsarkosinat (Sarkosyl NL 97) auf die Bakterien der Mundflora, insbesondere des Speichels wurde verglichen.

Es erfolgte eine Zählung der Bakterien des Speichels in 0,1 ml vor Einwirken der oberflächenaktiven Stoffe und nach dem Einwirken, in den Zeitabständen von 0,5, 1, 2, 10, 20 und 30 Minuten. Diese Versuche wurden mit 0,5, 0,005, 0,00005%igen der oben angeführten oberflächenaktiven Substanzen durchgeführt.

Bei der statistischen Auswertung ergab sich, daß die einzelnen Mittel bei verschiedenen geprüften Konzentrationen hinsichtlich der Reduktion der Keimzahlen statistisch signifikante Unterschiede zeigten.

Ein Vergleich der verschiedenen Mittel bei unterschiedlichen Konzentrationen erbrachte für 0,00005%ige Lösungen keine Unterschiede, für 0,5%ige Lösungen statistisch auffällige Unterschiede ($P=5\%$), für 0,005%ige Lösungen statistisch signifikante Differenzen ($P=1\%$).

IV LITERATURVERZEICHNIS

1. BACH, E.: Acidophilusbakterien im Speichel, Dtsch.zahnärztl.Z. 6, 822 (1951)
2. BAHN, A.N., Quillman, P.D. and Kendrick, F.J.: Intraoral localization of micro-organism, J.den.Res. 41, 715 (1962)
3. BERGER, U.: Mikrobiologie der Mundhöhle für Zahnärzte und Studenten, Verlag Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1955 S. 182, 184, 200, 231 ff.
4. BERGER, U. und K. HUMMEL: Einführung in die Mikrobiologie und Immunitätslehre, Verlag Urban & Schwarzenberg München-Berlin 1964, S.249, 258 - 262
5. BOSSARD, F.J.: Mundpflegemittel und Kariesresistenz, Schweiz.Mschr.Zahnheilk, 59, 405 (1949)
6. BOSSARD, F.J.: Mundpflege und Oberflächenspannung des Speichels, Zahnärztl.Prax. 8, 3 (1957)
7. HAFFER, H.: Über die Beziehungen zwischen bakteriologischen Kariestest und der Kariesfrequenz und Karieszunahme bei jungen Menschen, Dtsch.zahnärztl.Z. 15, 897 (1960)
8. HARTLMAIER, K.M.: Obskure Mundpflege, Zahnärztl.Mitt. 54, 883 (1964)
9. HARTLMAIER, K.M.: Biologische Mundpflege, zahnärztl.Mitt. 46, 80 (1958)
10. KLINGE, K.: Die Streptokokken in der Mundflora bei Karies und Parodontose, Dtsch.zahnärztl. Z. 6, 1068 (1951)
11. KÖNIG, K.G.: Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim Menschen und ihre Untersuchung im kurzfristigen Rattenexperiment, Verlag Hans Huber, Bern und Stuttgart, 1966 S. 25 - 30
12. LAMMERS, T.: Biologische Wirkungen oberflächenaktiver Stoffe in Zahnpasten, Fette, Seifen, Anstrichmittel 63, 628 (1961)

- 13.LAMMERS, T.: Fermente, Mundflora und Mundhygiene, Dtsch.Zahnärztebl. XIX 24, 782 (1965)
- 14.LAUX, K.: Die grenzflächenaktiven Stoffe, aus Winnacker-Küchler: Chemische Technologie, Bd.4, Carl Hanser-Verlag, München 1960, S. 153, 157 - 160, 172 175 - 177, 182, 183, 236
- 15.LEHNERT, S.: Biochemische und mikrobiologische Untersuchungen über Korrelationen zwischen Speichel, Zahnbelägen und Karies, Carl Hanser Verlag, München 1968, S. 13, 29, 36-37, 83-84 115-121
- 16.MATTIG, G.: Das Mundmilieu und die häusliche Mundpflege, Zahnärztl.Mitt. 55, 653 (1965)
- 17.MATTIG, G. und R.JÄGER: Netzmittel und Parodontalschäden, Klin.Wschr. 22, 748 (1943)
- 18.MÜNCH, J.: Netzmittel und Zahnfleischschäden, Zahnärztl.Prax. 6, 4 (1955)
- 19.MÜNCH, J.: Gedanken über unsere Mundpflegemittel, Zahnärztl.Mitt. 52, 22 (1962)
- 20.NAUJOKS, R.: Biochemische Aspekte der Kariesätiologie, Zahnärztl.Praxis München 15, 63 (1964)
- 21.PFANZAGL, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik II Sammlung Götschen, Bd. 747, Berlin 1966 S. 162
- 22.REIN-SCHNEIDER: Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1964, S. 281 - 283
- 23.RIETHE, P.: Beitrag grenzflächenaktiver Stoffe auf die Gingiva, Les Parodontopathies, Genf und Paris, Georg & Cie und Masson & Cie 1966, S. 347 - 354
- 24.RIETHE, P.: Studien zur Mundhygiene mit grenzflächenaktiven Stoffen, J.Soc.Cosmetic Chemists 18, 291-302 (1967)
- 25.ROIGK, H.: Gedanken über unsere Mundpflegemittel, Zahnärztl.Mitt. 51, 1003 (1961)

- 26.SALZMANN,O.: Mund- und Zahnpflegemittel in Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. Aufl., Verlag Urban & Schwarzenberg 1958, S. 713
- 27.WANNEMACHER,E.: Biologische Wirkungen obeflächenaktiver Stoffe in Zahnpasten, Fette, Seifen, Anstrichmittel, 63, 934 (1961)
- 28.WANNEMACHER,E.: Zahnkaries und Ernährung, Med.Mschr. Stuttgart 18, 290 (1964)
- 29.WILLI, W.: Zur Frage der Zahnpflegemittel, Schweiz. Mschr.Zahnheilk. 59, 415, 992 (1949)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr.Dr. P. Riethe für die Überlassung des Themas und für die freundliche Unterstützung in allen Fragen der Ausführung meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr.Dr. Ketterl möchte ich für die Übernahme des Korreferates danken.

Mein Dank gilt außerdem Privatdozent Dr. Horbach und Herrn Dr. Michaelis für ihre freundliche Hilfe bei der statistischen Auswertung.

LEBENS LAUF

Am 25. Januar 1943 wurde ich in Cottbus als Tochter des Kaufmanns Johannes Spittler und seiner Ehefrau Irmgard Spittler, geb. Butzmann geboren.

1945 siedelten wir nach Halle/Saale über, wo ich von 1949 bis 1957 die Grundschule und dann die Oberschule besuchte und im Sommer 1961 die Reifeprüfung bestand.

Im Juli 1961 verließ ich Halle/S. und kam als Flüchtling in die Bundesrepublik. Vom Herbst 1961 besuchte ich in Stuttgart einen Abiturergänzungskurs, wo ich im Herbst 1962 die Ergänzungsprüfung zum Abitur ablegte.

Im Sommersemester 1963 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, wo ich am 28.10.1966 die zahnärztliche Vorprüfung und am 26.6.1969 die zahnärztliche Prüfung ablegte.

Am 28.11.1969 heiratete ich den Arzt Klaus R.L. Spaniol.

Vom 25.8. bis 31.10.1969 war ich als Assistenz-zahnärztin bei Herrn ZA Hannappel, Oberlahnstein und vom 1.12.1969 bis 30.6.1971 bei Herrn Dr.F. Geschke in Troisdorf beschäftigt. Vom 1.7.1971 bis 30.11.1971 war ich ebenfalls als Assistenz-zahnärztin bei Frau Dr.L.Reitmaier, Ulm tätig. Seit 1.1.1972 arbeite ich in eigener Praxis in Sontheim/Brenz.

